

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-191824

(43) 公開日 平成8年(1996)7月30日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 6 1 B 5/055

G 0 1 R 33/36

A 6 1 B 5/ 05 3 5 0

3 5 5

G 0 1 N 24/ 04 5 3 0 F

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-7147

(22) 出願日 平成7年(1995)1月20日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 高橋 史一

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会

社東芝那須工場内

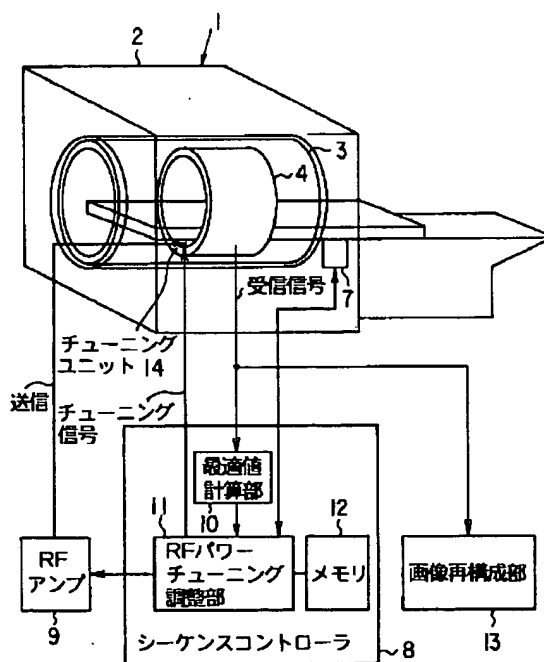
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 磁気共鳴イメージング装置

(57) 【要約】

【目的】 本発明の目的は、撮影時間を短縮する磁気共鳴イメージング装置を提供することである。

【構成】 本発明は、撮影可能領域と被検体との相対的な位置を変化させながら撮影を繰り返す磁気共鳴イメージング装置において、撮影可能領域と被検体との相対的な位置を検出する位置センサ7と、RFコイルの同調周波数を調整するキャパシタ又はインダクタの最適値を、撮影可能領域と被検体との相対的な複数の位置各々に対応させて記憶するメモリ12と、位置センサ7が検出した位置に対応するメモリ12の最適値に基づいて前記キャパシタ又は前記インダクタを調整する調整手段11、14とを具備する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 撮影可能領域と被検体との相対的な位置を変化させながら撮影を繰り返す磁気共鳴イメージング装置において、

撮影可能領域と被検体との相対的な位置を検出する検出手段と、

RFコイルの同調周波数を調整するキャパシタ又はインダクタの最適値を、撮影可能領域と被検体との相対的な複数の位置各々に対応させて記憶する記憶手段と、前記検出手段が検出した位置に対応する前記記憶手段の最適値に基づいて前記キャパシタ又は前記インダクタを調整する調整手段とを具備することを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項2】 撮影前に撮影可能領域と被検体との相対的な複数の位置各々で、前記RFコイルの前記キャパシタ又は前記インダクタの最適値を求める最適化手段をさらに具備することを特徴とする請求項1に記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項3】 撮影可能領域と被検体との相対的な位置を変化しながら磁気共鳴信号を検出する磁気共鳴イメージング装置において、

撮影可能領域と被検体との相対的な位置を検出する検出手段と、

スピン励起用の高周波磁場のパワーの最適値を、撮影可能領域と被検体との相対的な複数の位置各々に対応させて記憶する記憶手段と、

前記検出手段が検出した位置に対応する前記記憶手段の最適値に基づいて高周波磁場のパワーを調整する調整手段とを具備することを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項4】 撮影前に撮影可能領域と被検体との相対的な複数の位置各々で、高周波磁場のパワーの最適値を求める最適化手段をさらに具備することを特徴とする請求項3に記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項5】 撮影可能領域と被検体との相対的な位置を変化させながら撮影を繰り返す磁気共鳴イメージング装置において、

撮影可能領域と被検体との相対的な位置を検出する検出手段と、

RFコイルの同調周波数を調整するキャパシタ又はインダクタの最適値と、スピン励起用の高周波磁場のパワーの最適値とを、撮影可能領域と被検体との相対的な複数の位置各々に対応させて記憶する記憶手段と、前記検出手段が検出した位置に対応する前記記憶手段の最適値に基づいて前記RFコイルの前記キャパシタ又は前記インダクタの値、前記高周波磁場のパワーを調整する調整手段とを具備することを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項6】 撮影前に撮影可能領域と被検体との相対的な複数の位置各々で、前記RFコイルの前記キャパシ

タ又は前記インダクタの最適値と、前記高周波磁場のパワーの最適値とを求める最適化手段をさらに具備することを特徴とする請求項5に記載の磁気共鳴イメージング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、磁気共鳴イメージング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 磁気共鳴イメージング装置、特に短軸マグネットを用いた装置では、被検体の体軸方向に関する撮影可能領域（データ収集可能領域）の幅が狭いので、腹部全体のように比較的広い領域からデータを収集するときには、天板を間欠的にスライドさせてスライス面を移動しながらデータ収集を繰り返すことが必要になる。

【0003】 ところで、スピンを励起するための高周波パルス（RFパルス）のパワーや、RFコイルの同調周波数は、患者毎及び部位毎に相違する。このRFパルスのパワーやRFコイルの同調周波数が最適値から外れると、画質が劣化する。RFコイルの同調周波数は、RFコイルと共に共振回路を構成する可変コンデンサあるいはRFコイルのインダクタを調整する可変インダクタの値に応じて変化する。なお、RFコイルの同調周波数をRFパルスの周波数に合わせることをチューニングと称する。また、RFパルスのパワーは、電源からRFコイルに与える電流値に応じて変化する。

【0004】 RFコイルのチューニングや、RFパルスのパワーの最適化は、現在は自動化されているが、天板がスライドしてスライス面が変化すると、当該位置で最適化作業を実行し、ここで求められた最適値を使って当該スライス面について実際に撮影（データ収集）を実行し、このような最適化作業と撮影作業をスライス面の移動に伴って繰り返し実行しているため、最初のスライス面から最後のスライス面のデータ収集が終了までの撮影時間が長時間化するという問題があった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は、撮影時間を短縮する磁気共鳴イメージング装置を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】 請求項1に係る発明は、撮影可能領域と被検体との相対的な位置を変化させながら撮影を繰り返す磁気共鳴イメージング装置において、撮影可能領域と被検体との相対的な位置を検出する検出手段と、RFコイルの同調周波数を調整するキャパシタ又はインダクタの最適値を、撮影可能領域と被検体との相対的な複数の位置各々に対応させて記憶する記憶手段と、前記検出手段が検出した位置に対応する前記記憶手段の最適値に基づいて前記キャパシタ又は前記インダクタを調整する調整手段とを具備する。

【0007】請求項3に係る発明は、撮影可能領域と被検体との相対的な位置を変化しながら磁気共鳴信号を検出する磁気共鳴イメージング装置において、撮影可能領域と被検体との相対的な位置を検出する検出手段と、スピン励起用の高周波磁場のパワーの最適値を、撮影可能領域と被検体との相対的な複数の位置各々に対応させて記憶する記憶手段と、前記検出手段が検出した位置に対応する前記記憶手段の最適値に基づいて高周波磁場のパワーを調整する調整手段とを具備する。

【0008】請求項5に係る発明は、撮影可能領域と被検体との相対的な位置を変化させながら撮影を繰り返す磁気共鳴イメージング装置において、撮影可能領域と被検体との相対的な位置を検出する検出手段と、RFコイルの同調周波数を調整するキャパシタ又はインダクタの最適値と、スピン励起用の高周波磁場のパワーの最適値とを、撮影可能領域と被検体との相対的な複数の位置各々に対応させて記憶する記憶手段と、前記検出手段が検出した位置に対応する前記記憶手段の最適値に基づいて前記RFコイルの前記キャパシタ又は前記インダクタの値、前記高周波磁場のパワーを調整する調整手段とを具備する。

【0009】

【作用】請求項1に係る発明によれば、既にチューニングされているRFコイルのキャパシタ又はインダクタの値を使って各位置の撮影を行うことができるので、各位置毎にチューニング作業と撮影作業を繰り返す従来よりも、チューニングのために要する時間分、撮影時間を短縮できる。

【0010】請求項3に係る発明によれば、既に最適化されている高周波磁場のパワーを使って各位置の撮影を行うことができるので、各位置毎に最適化作業と撮影作業を繰り返す従来よりも、最適化のために要する時間分、撮影時間を短縮できる。

【0011】請求項5に係る発明によれば、既にチューニングされているRFコイルのキャパシタ又はインダクタの値と、最適化されている高周波磁場のパワーとを使って各位置の撮影を行うことができるので、各位置毎にチューニング作業と撮影作業を繰り返す従来よりも、チューニング及び最適化のために要する時間分、撮影時間を短縮できる。

【0012】

【実施例】以下、図面を参照して本発明による磁気共鳴イメージング装置の一実施例を説明する。図1は本発明に関する主要部の構成図である。ガントリ1は、静磁場磁石ユニット2、傾斜磁場コイルユニット3、RFコイルユニット4を集合し、被検体を収容できるように円筒状の内部空間を有する。永久磁石、常伝導磁石または超伝導磁石から構成される静磁場磁石ユニット1は、円筒内部に静磁場を形成する。ここで説明の便宜上、この被検体の体軸と平行な静磁場方向をZ軸、このZ軸の法面

内で互いに直交するX軸及びY軸を規定する。

【0013】傾斜磁場コイルユニット3は、図示しないが、X軸傾斜磁場コイル、Y軸傾斜磁場コイル、Z軸傾斜磁場コイルから構成される。X軸傾斜磁場コイルは、図示しない傾斜磁場アンプ（傾斜磁場電源）から電流供給を受けて、X軸に沿って磁場強度が変化するX軸傾斜磁場を発生し、静磁場に重ね合わせる。Y軸傾斜磁場コイルは、図示しない傾斜磁場アンプ（傾斜磁場電源）から電流供給を受けて、Y軸に沿って磁場強度が変化するY軸傾斜磁場を発生し、静磁場に重ね合わせる。Z軸傾斜磁場コイルは、図示しない傾斜磁場アンプ（傾斜磁場電源）から電流供給を受けて、Z軸に沿って磁場強度が変化するZ軸傾斜磁場を発生し、静磁場に重ね合わせる。なお、XYZの全ての軸に関して磁場強度が線形に変化する領域内で撮影（磁気共鳴信号の検出、データ収集）が可能であり、この領域を撮影可能領域と称する。寝台5はZ軸に沿ってスライド可能に保持された天板6と、天板6を例えばリードスクリーン機構を介してスライド駆動する電動回転機の如き図示しない駆動部とを含む。被検体は寝台5の天板6上に載置された状態で、天板6のスライドにより撮影可能領域に挿入される。寝台5はガントリ1に対して固定的に設置されている。したがって、天板6がスライドすることにより、撮影可能領域と被検体との相対的な位置が変化する。また、天板6の位置をそのまま撮影可能領域と被検体との相対的な位置として扱うことができる。以下、両者の相対的な位置を、単に位置と称する。位置センサ7は、例えば一定角度回転する毎にパルスを出力するロータリエンコードが天板の直線運動を回転運動に変換する変換機構を介して天板6に係合されてなり、天板6の移動距離に応じてパルスを繰り返し出力するようになっている。シーケンスコントローラ8は位置センサ7からのパルスを累積し、その累積数から天板6の初期位置からの距離を求めて天板位置、つまり撮影可能領域と被検体との相対的な位置を認識する。

【0014】ガントリ1は、撮影可能領域のZ方向の幅が比較的狭い短軸マグネットタイプであり、腹部全体のように比較的広い領域からデータを収集するときには、天板6を間欠的にスライドさせて被検体と撮影可能領域との相対的な位置を変化させながら各位置で1画像分のデータ収集を繰り返すことが必要になる。

【0015】RFコイルユニット4は、RFコイルと、このRFコイルと共に共振回路を構成する可変容量コンデンサとから構成される。RFコイルは、RFアンプ9から電流供給を受けて、ラジオ域の高周波磁場を発生し、スピンを励起する。なお、このRFコイルは、磁気共鳴により発生した磁気共鳴信号を受信する受信コイルを兼用している。RFコイルの同調周波数は、可変容量コンデンサの容量に応じて変化する。RFコイルから発生する高周波磁場のパワー（振幅）は、RFアンプ9か

らの電流値に応じて変化する。

【0016】RFコイルが受信した磁気共鳴信号は、チューニング及び高周波磁場のパワーの最適値の計算時には、最適値計算部10に取り込まれて最適値の計算に使用され、撮影時には画像再構成処理部13に取り込まれて画像（断層像）の再構成に使用される。RFコイルに印加される電圧と電流の位相が一致し、且つ電流値が最大となるように、RFコイルのキャパシタ又はインダクタを求める。例えば、インダクタが固定され、チューニングユニット14のキャパシタが調整される方法が好ましい。また、パワーの最適値の計算方法も周知であるので詳細な説明は省略するが、簡単には、高周波磁場のパワーの変化に伴う磁気共鳴信号の強度変化を用いて最大強度になるパワーを求める。

【0017】シーケンスコントローラ8はRFパワー・チューニング調整部11を含む。RFパワー・チューニング調整部11は、RFアンプ9とRFコイルユニット4にそれぞれ制御信号を供給する。制御信号に応じてRFアンプ9からRFコイルに供給される電流値（振幅値）が変化する。この電流値に応じて、RFコイルから発生する高周波磁場の振幅（強度）が変化する。また、制御信号に応じてチューニングユニット14の可変容量コンデンサの容量（キャパシタ）が変化する。この容量に応じて共振周波数が変化し、RFコイルの同調周波数も変化する。

【0018】シーケンスコントローラ8は、チューニングと、高周波磁場のパワーの調整を行う最適化モードと、撮影モードとの2つの動作モードを有する。システムコントローラ8は、まず、最適化モードで天板を移動しながら全ての天板位置（又は離散的な複数の天板位置）でチューニング及び高周波磁場のパワーの最適値を求め、可変コンデンサの値とRFパワーの最適値を天板位置に対応させてメモリ12に記憶する。データ収集モードでは、メモリ12から天板位置に対応する最適値を読み出し、この最適値に応じてRFパワー・チューニング調整部11からRFアンプ9とRFコイルユニット4（チューニングユニット14）それぞれに制御信号を供給し、チューニングを行い、また高周波磁場を最適なパワーで発生させる。

【0019】次に本実施例の動作について説明する。まず、図2に示すように、天板6をマニュアルで操作して、撮影開始位置をセッティングする。つまり撮影部位の最端部を撮影可能領域の最端部に位置合わせする。このときの位置 $h_1$ とする。このセッティングが完了した後、シーケンスコントローラ8は、まず、最適化モードを起動する。最適化モードでは、まず、この位置 $h_1$ で、高周波磁場を発生し、RFコイルの電圧、電流を検出する。最適値計算部10は、検出された電圧、電流の大きさと位相関係から、可変コンデンサの容量の最適値 $t_1$ を計算し、チューニングを行う。また、パワーを変

えながら高周波磁場を複数回繰り返し間欠的に発生する。各高周波磁場が発生された後、RFコイルで受信された磁気共鳴信号は、最適値計算部10に順次、取り込まれる。最適値計算部10は、パワー軸上での磁気共鳴信号の強度変化に基づいて、最大強度になるパワー（電流値）の最適値 $p_1$ を計算する。これら可変コンデンサの容量とパワー各々の最適値 $t_1$ 、 $p_1$ は、図6に示すように、当該位置 $h_1$ に対応してメモリ12に記憶される。

【0020】次に、図3に示すように、シーケンスコントローラ8は、寝台5を制御して、天板6を初期位置 $h_1$ から、適当な距離 $d_h$ 移動する。このときの位置センサ7で検出される位置を $h_2$ とする。なお、距離 $d_h$ は、実際の撮影時のスライスピッチに一致させることが好ましいが、このスライスピッチに一致していなくてもよい。後者の場合、実際に撮影するとき、ある位置では最適値が計測されていないことになるが、この位置での最適値を、この前後少なくとも2つの位置で計測した複数の最適値から距離補間により算出する。この位置 $h_2$ で、位置 $h_1$ と同様に、高周波磁場を発生し、RFコイルの電圧、電流を検出する。最適値計算部10は、検出された電圧、電流の大きさと位相関係とから、可変コンデンサの容量の最適値 $t_2$ を計算し、チューニングを行う。また、パワーを変えながら高周波磁場を複数回繰り返し間欠的に発生する。各高周波磁場が発生された後、RFコイルで受信された磁気共鳴信号は、最適値計算部10に順次、取り込まれる。最適値計算部10は、パワー軸上での磁気共鳴信号の強度変化に基づいて、最大強度になるパワー（電流値）の最適値 $p_2$ を計算する。これら可変コンデンサの容量とパワー各々の最適値 $t_2$ 、 $p_2$ は、図6に示すように、位置 $h_2$ に対応してメモリ12に記憶される。

【0021】このように天板6を図4に示すように最終端の位置 $h_n$ まで距離 $d_h$ ずつ移動しながら、各位置で可変コンデンサの容量と高周波磁場のパワー各々の最適値を測定し、これら最適値を位置に対応させてメモリ12に記憶する。以上の動作で最適化モードが終了する。

【0022】次にシステムコントローラ8はデータ収集モード（撮影モード）を起動する。データ収集は、天板6を初期位置 $h_1$ に戻す時間を削除するために、最適化のときとは逆に、位置 $h_n$ から開始されることが好ましい。システムコントローラ8は、位置センサ7で検出された位置 $h_n$ に対応する可変コンデンサの容量と高周波磁場のパワー各々の最適値 $p_n$ 、 $t_n$ をメモリ12からロードし、これらの最適値 $p_n$ 、 $t_n$ に応じてRFパワー周波数調整部11からRFアンプ9とRFコイルユニット4それぞれに制御信号を供給させる。一方の制御信号に応じてRFコイルユニット4の可変容量コンデンサの容量が $t_1$ に変化し、RFコイルの同調周波数を高周波磁場の周波数に合わせることができる（チューニン

グ)。他方の制御信号に応じてRFアンプ9からRFコイルに供給される電流値（振幅値）が変化する。この電流値に応じて、RFコイルから発生する高周波磁場の振幅（強度）が最適値 $p_n$ に変化する。これにより、チューニングされた状態で、且つ最適なパワーの高周波磁場で当該位置 $h_n$ でスピンを励起することができる。この励起後に、RFコイルで受信された磁気共鳴信号は、画像再構成処理部に取り込まれて当該位置 $h_n$ の画像（断層像）の再構成に使用される。

【0023】次にシステムコントローラ8は、図5に示すように、天板6を距離 $d_h$ だけ最適化のときとは逆方向に移動し、位置センサ7で検出された位置 $h_{n-1}$ に対応する可変コンデンサの容量と高周波磁場のパワー各々の最適値 $t_{n-1}$ 、 $p_{n-1}$ をメモリ12からロードし、これらの最適値 $p_{n-1}$ 、 $t_{n-1}$ に応じてRFパワー周波数調整部11からRFアンプ9とRFコイルユニット4それぞれに制御信号を供給する。一方の制御信号に応じてRFコイルユニット4の可変容量コンデンサの容量が変化する。この容量の変化に応じて同調周波数が変化し、高周波磁場の周波数にRFコイルの同調周波数を合わせる（チューニング）。他方の制御信号に応じてRFアンプ9からRFコイルに供給される電流値（振幅値）が変化する。この電流値に応じて、RFコイルから発生する高周波磁場の振幅（強度）が最適値 $p_{n-1}$ に変化する。これにより、チューニングされた状態で、最適なパワーの高周波磁場で当該位置 $h_{n-1}$ でスピンを励起することができる。この励起後に、RFコイルで受信された磁気共鳴信号は、画像再構成処理部に取り込まれて当該位置 $h_{n-1}$ の画像（断層像）の再構成に使用される。

【0024】以降、同様に、システムコントローラ8は、天板6を距離 $d_h$ ずつ移動しながら、各位置で可変コンデンサの容量と高周波磁場のパワー各々の最適値をメモリ12からロードし、これらの最適値に応じてRFコイルの同調周波数と高周波磁場のパワーをそれぞれ最適にして磁気共鳴信号を検出し、各位置の画像（断層像）を再構成する。

【0025】なお、データ収集時に、位置センサ7が検出した位置の最適値がメモリ12に記憶されていないとき、シーケンスコントローラ8はこの位置の前後少なくとも2つの位置で計測した複数の最適値をメモリ12からロードし、これら複数の最適値を用いて距離補間により、最適値を計測していない位置の最適値を算出する。本発明はその要旨を逸脱しない限り種々変形して実施可能である。

【0026】

【発明の効果】請求項1に係る発明は、撮影可能領域と被検体との相対的な位置を変化させながら撮影を繰り返す磁気共鳴イメージング装置において、撮影可能領域と被検体との相対的な位置を検出する検出手段と、RFコイルの同調周波数を調整するキャパシタ又はインダクタ

の最適値を、撮影可能領域と被検体との相対的な複数の位置各々に対応させて記憶する記憶手段と、前記検出手段が検出した位置に対応する前記記憶手段の最適値に基づいて前記キャパシタ又は前記インダクタを調整する調整手段とを具備する。

【0027】請求項1に係る発明によれば、既にチューニングされているRFコイルのキャパシタ又はインダクタの値を使って各位置の撮影を行うことができるので、各位置毎にチューニング作業と撮影作業を繰り返す従来よりも、チューニングのために要する時間分、撮影時間を短縮できる。

【0028】請求項3に係る発明は、撮影可能領域と被検体との相対的な位置を変化しながら磁気共鳴信号を検出する磁気共鳴イメージング装置において、撮影可能領域と被検体との相対的な位置を検出する検出手段と、スピン励起用の高周波磁場のパワーの最適値を、撮影可能領域と被検体との相対的な複数の位置各々に対応させて記憶する記憶手段と、前記検出手段が検出した位置に対応する前記記憶手段の最適値に基づいて高周波磁場のパワーを調整する調整手段とを具備する。

【0029】請求項3に係る発明によれば、既に最適化されている高周波磁場のパワーを使って各位置の撮影を行うことができるので、各位置毎に最適化作業と撮影作業を繰り返す従来よりも、最適化のために要する時間分、撮影時間を短縮できる。

【0030】請求項5に係る発明は、撮影可能領域と被検体との相対的な位置を変化させながら撮影を繰り返す磁気共鳴イメージング装置において、撮影可能領域と被検体との相対的な位置を検出する検出手段と、RFコイルの同調周波数を調整するキャパシタ又はインダクタの最適値と、スピン励起用の高周波磁場のパワーの最適値とを、撮影可能領域と被検体との相対的な複数の位置各々に対応させて記憶する記憶手段と、前記検出手段が検出した位置に対応する前記記憶手段の最適値に基づいて前記RFコイルの前記キャパシタ又は前記インダクタの値、前記高周波磁場のパワーを調整する調整手段とを具備する。

【0031】請求項5に係る発明によれば、既にチューニングされているRFコイルのキャパシタ又はインダクタの値と、最適化されている高周波磁場のパワーとを使って各位置の撮影を行うことができるので、各位置毎にチューニング作業と撮影作業を繰り返す従来よりも、チューニング及び最適化のために要する時間分、撮影時間を短縮できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による磁気共鳴イメージング装置の一実施例の主要部の構成図。

【図2】最適化のときの初期位置 $h_1$ を示す図。

【図3】最適化のときの位置 $h_2$ を示す図。

【図4】最適化のときの最終位置 $h_n$ を示す図。

【図5】データ収集時の位置  $h_{n-1}$  を示す図。

【図6】メモリ12に記憶される可変コンデンサの容量とパワー各々の最適値と、位置との対応を示す図。

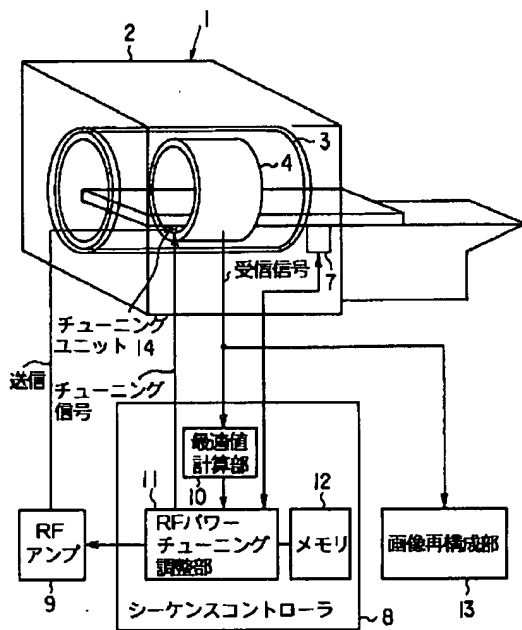
【符号の説明】

1…ガントリ、2…静磁  
場磁石ユニット、3…傾斜磁場コイルユニット、  
4…RFコイルユニット、5…寝台、

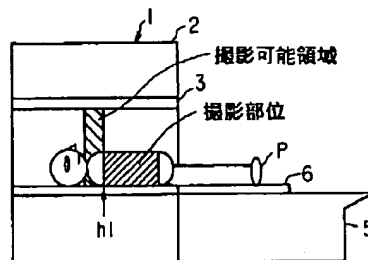
6…天板、7…位置センサ、  
8…システムコントローラ、9…RFアンプ、

10…最適値計算部、11…RFパワー・チューニング調整部、  
12…メモリ、13…画像再構成処理部、  
14…チューニングユニット。

【図1】



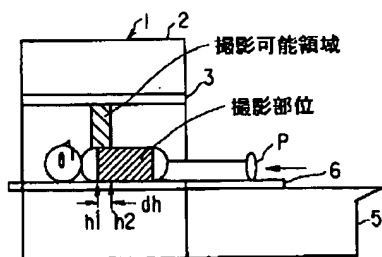
【図2】



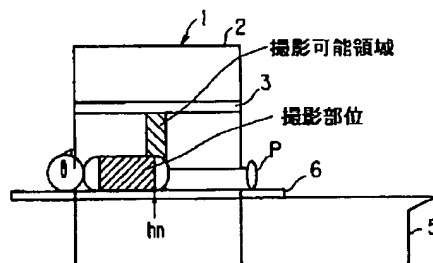
【図6】

位置	RFパワー	チューニング
$h_1$	$p_1$	$t_1$
$h_2$	$p_2$	$t_2$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$h_{n-1}$	$h_{n-1}$	$h_{n-1}$
$h_n$	$p_n$	$t_n$

【図3】



【図4】



【图 5】

